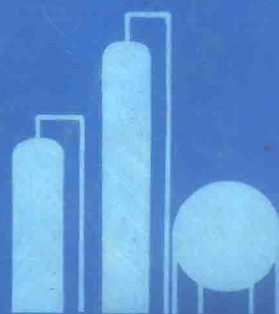


# 安全检测技术 及仪表



化工部科技情报研究所

1986·2

# 安全检测技术及仪表

化学工业部科学技术情报研究所

一九八六年二月

## 说 明

为了配合企业搞好安全检测、事故预报和预防工作而编写了本资料，可供有关从事安全管理工作的技术人员参考。

本资料根据最新资料、样本和近期出版的有关刊物编辑、整理而成。内容分两大部分，第一部分安全检测技术及方法，主要介绍可燃性、毒性气体（物质）检测和取样方法；化工设备泄漏、腐蚀检测及设备诊断技术；第二部分安全检测仪表，集中介绍了国外64个厂家的近250个仪表产品，其中包括：毒性气体检测仪表，可燃性气体检测仪表，氧含量检测仪表，设备损坏、位移、振动检测仪表，以及空气中粉尘含量、漏油、静电等检测仪表。

另外，对本资料第二部分的有关编辑处理做如下说明：

1. 凡是能够同时检测毒性气体、可燃性气体和氧含量的仪表，均编入毒性气体检测仪表部分。

2. 凡是能够同时检测可燃性气体和氧含量的仪表，均编入可燃性气体检测仪表部分。

本资料由郑名登、靳小桂、周厚云编辑整理。

参加编写的人员有：郑名登、杜喜庄、靳小桂、周厚云、孙和信、潘志成、陈步楼、康石永、李光、庄蕴贤、胡笑形、薛秀菊、刘永庆、朱越，在此表示感谢。

在收集资料过程中，得到化工部基建总局、中国化工装备总公司的支持。

由于我们水平有限，时间仓促，有不当之处，请读者批评纠正。

编 者

一九八六年二月

## 安全检测技术及仪表

郑名登、靳小桂、周厚云编辑

\*

化学工业部科学技术情报研究所编辑出版

北京京辉印刷厂印刷

\*

1986年2月·北京

代号：86—8 工本费：5.60元

# 目 录

## 第一部分 安全检测技术及方法

|                                           |      |
|-------------------------------------------|------|
| 可燃性和毒性气体检测方法                              | (1)  |
| 化工设备的泄漏检测技术                               | (10) |
| 化工设备的腐蚀诊断技术                               | (16) |
| 化工设备诊断技术                                  | (22) |
| 现场NO <sub>2</sub> 和NO <sub>x</sub> 取样的新方法 | (40) |
| 空气中农药的取样方法                                | (46) |
| 大气中无机酸的监测                                 | (53) |
| 有机氯化物人工取样及分析方法的发展                         | (61) |

## 第二部分 安全检测仪表

|                                                    |      |
|----------------------------------------------------|------|
| 一、毒性气体检测仪表                                         | (71) |
| EXOTOX系列便携式多种气体监测器                                 | (71) |
| RY-4000系列固定式可燃性气体、毒性气体、氧气检测警报装置                    | (73) |
| GX-777、GX-999型便携式复合气体检测器                           | (75) |
| XPO-310M型可燃气体、毒性气体、缺氧检测器                           | (76) |
| XP-314A (B.C.D) 型气体检测器                             | (76) |
| 缺氧和有毒气体复合监测器                                       | (77) |
| EC-200系列便携式毒性气体检测报警器                               | (78) |
| EC-80、EC-80HS型袖珍便携式毒性气体测定器                         | (79) |
| MOS-900Cl <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> S、ED)型气体检测器 | (81) |
| EC-109型固定式一氧化碳、硫化氢检测报警器                            | (81) |
| TOM-202型硫化氢测定器                                     | (82) |
| Compur-4100系列气体检测器                                 | (83) |
| MAP-100M型砷化氢、磷化氢检测报警器                              | (84) |
| FOC-2型毒性气体检测器                                      | (85) |
| GX-7型便携式复合气体检测报警器                                  | (86) |
| CO101型一氧化碳监测器                                      | (87) |
| CM-2B袖珍式CO浓度指示报警器                                  | (88) |
| GOC-1A 氧气、一氧化碳浓度指示报警器                              | (89) |
| BCM-1型一氧化碳检测报警器                                    | (90) |
| TGCM-K-2型一氧化碳、二氧化碳分析器                              | (91) |

|                                        |       |
|----------------------------------------|-------|
| XCO-323型便携式气体分析器 .....                 | (92)  |
| COMA-2、COMA-10型一氧化碳报警器 .....           | (93)  |
| TPA-101型便携式一氧化碳测定器 .....               | (93)  |
| COA-3、COM-4型一氧化碳测定器 .....              | (94)  |
| AGA-810型氨气泄漏检测报警器 .....                | (95)  |
| AMA 型氨气报警器 .....                       | (96)  |
| APNA-300E型环境NO <sub>x</sub> 监控器 .....  | (97)  |
| HI-18型大气氯化氢自动分析仪 .....                 | (98)  |
| EC-109-K <sub>3</sub> 型毒性气体检测报警器 ..... | (99)  |
| PA404型便携式红外线分析仪 .....                  | (100) |
| PSA402型过程气体红外线分析器 .....                | (101) |
| APMA-300E 型一氧化碳监控仪 .....               | (103) |
| UR 型红外线式气体分析器 .....                    | (104) |
| ZRC 型红外线分析仪 .....                      | (104) |
| RI-101 型耐压防爆型红外线漏气警报器 .....            | (105) |
| 973型红外线分析器 .....                       | (107) |
| 800型烟道气分析器 .....                       | (108) |
| APSA-300E型二氧化硫监控器 .....                | (108) |
| GC-9A系列气相色谱仪 .....                     | (109) |
| GC-8A系列气相色谱仪 .....                     | (114) |
| 263-50/-70/-80 型气相色谱仪 .....            | (117) |
| JMS-DX303型气相色谱-质谱仪 .....               | (120) |
| SIGMA系列气相色谱仪 .....                     | (121) |
| SIGMA 300 型气相色谱仪 .....                 | (123) |
| HP5880 A型、5890A 型气相色谱仪 .....           | (125) |
| PU4500 气相色谱仪 .....                     | (126) |
| PU4900型全分析色谱仪 .....                    | (127) |
| 8000系列气相色谱仪 .....                      | (128) |
| 10S 型便携式气相色谱仪 .....                    | (130) |
| GCMS-QP 1000 型气相色谱-质谱联用系统 .....        | (131) |
| TSQ-45型气相色谱/质谱仪/数据系统 .....             | (132) |
| 8230型气相色谱仪/质谱仪系统 .....                 | (135) |
| UV-3000型双波长/双光束自动记录分光光度仪 .....         | (137) |
| UV-365型自动记录分光光度计 .....                 | (139) |
| HP8451A型分光光度计 .....                    | (141) |
| PU9510、9520型红外线分光光度计 .....             | (141) |
| HGA-500 型、HGA-400 型原子吸收分光光度计 .....     | (142) |
| 2380型原子吸收分光光度计 .....                   | (144) |
| PU9000型原子吸收分光光度仪 .....                 | (145) |

|                                              |       |
|----------------------------------------------|-------|
| AM-1D型排气水银浓度监视装置 .....                       | (146) |
| KITAGAWA 气体检测管 .....                         | (147) |
| 一氧化碳、二氧化碳检测管 .....                           | (149) |
| 二、可燃性气体检测仪表 .....                            | (150) |
| KJB- $\frac{1}{2}$ 型可燃性气体检测报警器 .....         | (150) |
| BM-1A型可燃气体检测器 .....                          | (151) |
| GP-271型便携式可燃气体检测器 .....                      | (152) |
| FOA-7型氧气、可燃性气体测定器 .....                      | (153) |
| FPA-41D型便携式可燃气体报警器 .....                     | (154) |
| FL型易燃气体报警系统 .....                            | (155) |
| FA-10E(10M)型可燃性气体报警器 .....                   | (156) |
| FMA-RH1B(1J)型可燃性气体报警器 .....                  | (157) |
| FA-20B(20E)型可燃性气体报警器 .....                   | (157) |
| FM-1E(1C)型可燃性气体测定器 .....                     | (158) |
| BM-500型可燃气体监测器 .....                         | (159) |
| XP-311、XP-311A型便携式可燃气体检测器 .....              | (159) |
| XP-316、XP-316A型便携式可燃气体检测器 .....              | (160) |
| XA-321M、XA-322M型便携式气体检测器 .....               | (160) |
| CZ-103B可燃气体检测器 .....                         | (161) |
| XP-702S型便携式气体检测器 .....                       | (162) |
| HWA、HWA-4型可燃性气体报警器 .....                     | (163) |
| COM-1A氧气及可燃性气体浓度指示报警器 .....                  | (164) |
| APHA-300E型烃监控仪 .....                         | (164) |
| GL-103型便携式烃气测定器 .....                        | (165) |
| NP-237H型便携式烃气测定器 .....                       | (166) |
| GP-250型便携式可燃气体检测器 .....                      | (167) |
| GP-322型便携式可燃性气体检测器 .....                     | (168) |
| GP-226型、GP-236型便携式可燃性气体检测器 .....             | (169) |
| URA型可燃性气体报警装置 .....                          | (169) |
| AGM系列CA、A、AZ、CA-HL、C/3007-0.5A型可燃气体监测器 ..... | (170) |
| B/3007、BZ/3007、BZ/3007AA型便携式监测器 .....        | (170) |
| V-810H型氢气检测报警器 .....                         | (171) |
| 三、氧含量检测仪表 .....                              | (173) |
| 1100A型工业气体氧量分析仪 .....                        | (173) |
| XD-324、XD-326A(B)、XPO-318型氧气分析器 .....        | (174) |
| OMA-3A、OMA-10(20)型氧气测定器 .....                | (176) |
| OM-4(4B)型氧气测定器 .....                         | (177) |
| OPA-1型氧气测定器 .....                            | (177) |
| ED-1DO型水中溶解氧测定器 .....                        | (178) |

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| OM-5型便携式氧量分析器            | (178) |
| GOA-2H 袖珍式氧气浓度指示警报器      | (179) |
| OX-80A、OX-81 型袖珍便携式氧气测定器 | (179) |
| LP-10HB型氧化锆氧量分析器         | (180) |
| OXYCARB型氧、碳分析器           | (182) |
| SCN-ⅡB型氧化锆氧量分析器          | (184) |
| 直接插入式氧化锆氧分析仪             | (185) |
| 四、设备损伤检测仪表               | (187) |
| ML-15R Ⅱ 型辐射探伤仪          | (187) |
| ML-10R 型辐射探伤仪            | (188) |
| 自动推进的管道 X 射线探伤仪          | (189) |
| 160M 型X射线探伤装置            | (190) |
| 250EG-S2型便携式X射线探伤仪       | (191) |
| 300EG-S2型便携式X射线探伤仪       | (192) |
| CMA 系列全景X射线探伤装置          | (192) |
| 360° 便携式X射线探伤仪           | (195) |
| UTM110 型超声波测厚仪           | (196) |
| TI- 6 型超声波厚度检测仪          | (197) |
| UDM-650型袖珍式超声波厚度仪        | (199) |
| UDM-450型袖珍式超声波测厚仪        | (199) |
| UDM-550型袖珍式超声波厚度仪        | (200) |
| UFD-308型袖珍式超声波探伤器        | (200) |
| UM-2、UM-3型便携式磁力探伤仪       | (201) |
| EB-3A型磁力探伤仪              | (202) |
| ER-26F 型磁力探伤装置           | (203) |
| A-5 型龟裂深度测定仪             | (204) |
| MFD-801型袖珍式涡流探伤器         | (205) |
| SB-200 型便携式紫外线探伤灯        | (206) |
| SC-400型固定式紫外线探伤灯         | (207) |
| M-103/212 型便携式腐蚀测量仪      | (208) |
| 782 型红外线热像仪              | (208) |
| 1032D/DART声发射源定位分析系统     | (210) |
| PSF-CN-2911D型X射线应力测试仪    | (211) |
| 五、位移、振动检测仪表              | (212) |
| MTA-013型转动设备诊断仪          | (212) |
| MCV-021型设备检验仪            | (213) |
| MK-200型精密振动诊断器           | (214) |
| VM-3004型便携式振动计           | (217) |
| KV60/A 型设备监测仪            | (218) |

|                                                   |       |
|---------------------------------------------------|-------|
| MCM-030型设备信号测量仪 .....                             | (219) |
| MK-10型振动简易诊断器 .....                               | (222) |
| SPM-43A型滚动轴承振动脉冲测量仪 .....                         | (223) |
| MTA-020型自动平衡仪 .....                               | (224) |
| CF-300型便携式分析仪 .....                               | (225) |
| 3612型非接触式变位变换器 .....                              | (227) |
| ZC系列轴振动轴位移测试仪 .....                               | (228) |
| Smart 测隙仪 .....                                   | (229) |
| 计算机旋转设备信息系统 .....                                 | (229) |
| 六、空气中粉尘含量检测仪表 .....                               | (231) |
| P-5 型数字式粉尘计 .....                                 | (231) |
| AP-634 型数字式粉尘计 .....                              | (232) |
| 便携式个人粉尘监测仪 .....                                  | (235) |
| APDA-300E环境颗粒监控器 .....                            | (236) |
| 七、漏油检测仪表 .....                                    | (237) |
| YJQ-10-1型漏油检测器 .....                              | (237) |
| OL-110 型漏油探测器 .....                               | (238) |
| OL-200 型漏油探测器 .....                               | (239) |
| 泄漏检测电缆及M-105型泄漏检测器 .....                          | (240) |
| 八、静电、绝缘检测仪表 .....                                 | (242) |
| STATIRON-TH 型静电测定器 .....                          | (242) |
| STATIRON-MH型人体静电测定器 .....                         | (243) |
| STATIRON-M型静电测定器 .....                            | (244) |
| STATIRON-TL 型静电测定器 .....                          | (245) |
| PI-6000型非破坏性绝缘测试仪 .....                           | (246) |
| SD-811 型局部放电测试仪 .....                             | (247) |
| 九、其它 .....                                        | (249) |
| R7404/C7050紫外线火情监测装置 .....                        | (249) |
| U7602 型紫外线火情检测器/控制器 .....                         | (250) |
| Shonic FL火焰监测仪 .....                              | (251) |
| TDC3000 分散型信息管理控制系统 .....                         | (252) |
| SPECTRUM分散型过程管理和控制系统 .....                        | (254) |
| SPEC200电子模拟调节 仪表 .....                            | (255) |
| DCP500 型数字程序调节器 .....                             | (256) |
| SDC400型高级数字调节器 .....                              | (257) |
| SDC100型数.模调节器 .....                               | (258) |
| SDC300型数字PID调节器 .....                             | (258) |
| XW <sup>Z</sup> <sub>T</sub> 系列电脑数字测量指示调节 仪 ..... | (259) |

|                                             |       |
|---------------------------------------------|-------|
| Digitronik Line/Uni-box 数字式单回路仪表系列 .....    | (260) |
| FEM 型燃烧效率监测器 .....                          | (262) |
| PCO960、961型便携式燃烧优化仪 .....                   | (264) |
| LJS-1 型质量流量计算机 .....                        | (265) |
| LXZ系列圆盘式旋涡流量计 .....                         | (267) |
| SCZ、SCT 系列数字式温度指示调节仪 .....                  | (267) |
| XJY-10 巡回检测仪 .....                          | (268) |
| SDY数字定值仪 .....                              | (268) |
| ZZT-1型造气炉蒸汽调节仪 .....                        | (269) |
| 107 系列防爆流量控制器 .....                         | (270) |
| TRAP-CHEK蒸汽疏水器检测器 .....                     | (271) |
| ST3000 型数字式变送器 .....                        | (271) |
| CEC <sub>Y</sub> <sup>C</sup> 型电容式变送器 ..... | (274) |
| DBW型电动温度变送器 .....                           | (276) |
| PREX3000型气动式差压、压力变送器 .....                  | (278) |
| DSTJ8000扩散硅应变式差压/压力变送器 .....                | (279) |
| DBY型压力变送器 .....                             | (282) |
| DBC型差压变送器 .....                             | (282) |
| DBW型温度变送器 .....                             | (283) |
| 气动薄膜调节阀 .....                               | (283) |
| 仪表阀门 .....                                  | (286) |
| 标准压力仪器 .....                                | (287) |
| 仪表金属管件 .....                                | (287) |
| JLS 系列均速管流量计 .....                          | (288) |
| POL-DYNAMIC泄漏检测剂 .....                      | (288) |
| PHI71型 pH 计 .....                           | (289) |
| PH51型袖珍pH计 .....                            | (290) |
| Kalotherm 型袖珍式温度计 .....                     | (291) |
| PC-06 型袖珍式浊度计 .....                         | (291) |
| DA-101型自动密度计 .....                          | (292) |
| DMA-35 型手握式数字密度计 .....                      | (293) |
| ED-ICN 型水中氰测定器 .....                        | (294) |

# 可燃性和毒性气体检测方法

## 一、概 况

工业中使用的化学品大约有 2 万个，这些化学品的大部分对人们的健康有危害，为了保护与这些化学品接触的工作人员的健康，必须要控制这些毒性物质在空气中的浓度。许多国家已在调整和推荐有关人员所能承受的毒性灰尘、毒性气体和毒性蒸气的浓度，这些称为最低限度值（TIV'S）、短期间承受的限度值（STEL'S）、最大可允许浓度（MAC）、最大劳动允许浓度（MAK）。

不同化学品的毒性的影响是不同的，有些在几分钟里就出现严重毒害症状；有的在几小时才引起严重毒害；有些由于许多年反复承受毒性的结果才引起毒性症状，这种现象叫慢性中毒。

化学品用户和生产者要求有一些监控大气含毒性物质的方法，以确保把任何毒性气体或蒸气控制在相当或低于认为是安全的浓度内。1975年日本对石油化工联合企业安全规则进行了修改，对有毒气体增添了设置检测报警装置，其限制对象有丙烯腈（20ppm）、氨气（50ppm），氯气（1ppm），一氧化碳气（50ppm），氧化乙烯（50ppm），二氧化硫（10ppm），硫化氢（10ppm），苯（10ppm），亚硫酸气（5ppm）等九类（括号内是允许浓度值）。

目前化工企业（包括石油化工）喷出或漏出的气体、液体大致可分三类：氢气、天然气、液化石油气等属可燃性气体；氨气、硫化氢、氯气等属有毒气体；氧气属助燃气体。这 3 种类型的气体对工厂安全和人的健康都有危害性，例如可燃性气体或蒸气与空气混合时，混合比例超过爆炸下限浓度 1~10%（体积）以上时，如遇到火源就要发生爆炸，所以要注意检测方法的开发。目前检测有害气体的方法较多，有红外光谱法、气相色谱法、原子吸收法、比色法、接触燃烧法、电化学法等。方法虽多，但不管那种方法要具有以下功能：

1. 能够对接近允许浓度和其它标准浓度的气体进行检测和报警；
2. 共存物质的干扰应少；
3. 长时间内工作稳定可靠；
4. 分析速度快；
5. 灵敏度高，维修容易，价廉，并有普及性。

## 二、毒性气体和可燃性气体（物质）检测方法

目前气体检测方法较多，有携带式、固定式、在线式和离线式等，其主要方法有：

### （一）气相色谱法

气相色谱分析法是一门新兴的物理分析方法，化工厂用的比较广泛。它的基本理论是塔

板理论、速率理论、非平衡理论和质量平衡理论。此分析流程是分析样品被载气载着连续流过色谱柱、检测器，在流路中被分离、检测，并自动进行记录。样气中的每个组分在柱中滞留的时间决定于该组分的化学性质及填充材料。从样气注入到柱的末端处测出组分所延迟的时间便可用来区别组分气体的种类，而测得的峰值面积表示组分浓度。

气相色谱分析法的特点是：

1. 分离效能和选择性好。分离效能是指色谱柱的理论板数，毛细管柱总板数可达  $10^4 \sim 10^6$ ，因而可以分析沸点十分相近的组分和极为复杂的多组分混合物。

2. 灵敏度高。目前使用的高灵敏度检测器，可以检测出  $10^{-11} \sim 10^{-13}$  克物质，在空气中可检测出 ppm ( $10^{-6}$ )  $\sim$  ppb ( $10^{-9}$ )。

3. 分析速度快。

4. 应用范围广。气相色谱法可以分析气体和易挥发或可转换为易挥发的液体和固体。不仅可以分析有机物，也可分析部分无机物、高分子化合物和生物大分子。

它的缺点是，如果没有纯物质对照，单靠色谱本身是无法定性的。

目前气相色谱法常用的检测器有热导检测器 (TCD)、氢焰 (FID)、电子捕获 (ECD)、火焰光度 (FPD) 等。

TCD检测器是应用最早的浓度型检测器。最近发展起来的铼钨丝热导池，可测出 ppm 的 CO、CO<sub>2</sub>。

FID 是质量型检测器。它测定的是组分在单位时间内进入检测器的量，它只对各种含碳有机物有信号，灵敏度很高，检测度达  $10^{-12}$  克/秒。

ECD 是浓度型检测器，它只对含有电负性原子的组分有信号，如卤代烷、有机氯农药等。检测度可达  $10^{-14}$  克/毫升，可检测出 ppb 级有害物质。

FPD 是一种专门测定硫磷的高灵敏度的质量检测器。

近年随电子技术的发展，气相色谱仪较普遍与微型计算机和微处理机相结合，利用一个程序可完成仪器的控制和数据处理，这不仅提高了分析速度和效率，而且还提高了分析精度。例如派克—埃尔默仪器公司生产的 84-85 型系列气相色谱仪，是一台由微型计算机进行控制、采用毛细管或填充色谱柱的色谱仪。它的特点是：①最多可分析和储存 10 种分析方法；②能自动进行温度补偿；③进行实时显示，并可进行放大显示；④内装数据处理装置，自动计算峰值和面积，自动计算响应因素和储存分析后的各种数据；⑤检测器有 FID、NPD、ECD、HWD、FPD 和 HECD 等；⑥ 68000 型 16 位处理机，340K 字节 ROM、280K 字节 RAM。

## (二) 比色分析法

比色分析法是根据试样溶液颜色深浅的程度与已知标准溶液的颜色进行比较来确定物质含量的方法。

这种分析方法的优点是：①灵敏度高，可测定浓度下限，一般为  $10^{-5} \sim 10^{-6}$  摩尔，个别的灵敏度更高；②操作简单，容易普及。缺点是准确度不高，相对误差通常为 5 ~ 10%，一般不适用分析高含量组分。

最近有一种叫做“纸带”仪表。在这种装置中，一组浸渍化学溶剂的纸带慢慢通过取样槽，纸带在取样槽里发生颜色变化，而后由光电检测器检测颜色变化强度，即可测出气体浓度。如果溶剂稳定的话，可以测定出 8 小时为一班的全部气体浓度含量状况。这种装置的缺

点是读出装置笨重；“纸带”只能适用几种化学物，而且寿命短，只能用3个月。

### （三）检测管法

检测管是一种填充显色指示粉化学溶剂的小玻璃管。化学溶剂通常只对一种化合物或一组化合物有特效。当被测的空气通过检测管时，空气中含有欲测的有害气体，便和管内指示粉迅速发生反应并显示出颜色。根据颜色变化可以定性或定量测定出有毒气体。

检测管法的优点是：①分析速度快。任一种气种，在一分钟里就能得出分析结果。②应用范围广。③体积小，操作方便。④灵敏度较高，有毒气体在几ppm至零点几ppm范围内均能测定。但是使用不同检测管，测试方法和评价分析结果是不同的。目前大概有150种不同的气体检测管。在使用检测管时要注意的一点是不同厂家生产的检测管和泵不能混用，因为不同制造厂家制造的泵的吸入特性是不同的（图1），用检测管检测的精度不仅取决于取样值和流速，还取决于泵的吸入特性。

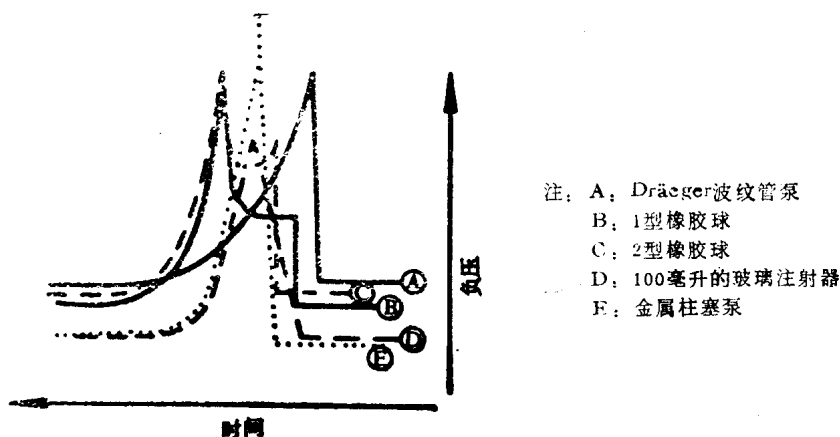


图1 不同型号取样泵的吸入特性

使用中的另一个问题是“平时如何进行现场测试”，有人建议在一些明显区域，如设备的入口、易泄漏处和工作环境中，最好每班分析5~10个试样，这样每班有最大的、最小的和平均值的毒性气体浓度。据有关人士的描述，用这样的方法，包括结果统计分析可靠性可达95%。

目前监测最普通的方法是用活性炭管，因为这个装置用一个小型的电子泵连续传动，或者用槽吸入空气通过装有活性炭或吸收材料的管，末班把管送到实验室进行解吸、分析吸附气体和蒸气。目前这种方法中的一个变化不采用取样泵取样，而是通过半渗透膜后面装有吸收材料进行取样。这种吸收方法最大优点是几乎可适用任一气体和蒸气，还可适用吸集复杂的混合气体。这个方法的缺点是不能指示工人承受范围。

近年随微电子技术的发展，检测仪表已使用微型处理机技术，不仅提高了报警功能，还可以贮存每班要检测的和读出的被测毒性气体的浓度。

### （四）原子吸收分光光度法

原子吸收分光光度法于六十年代初问世以来，发展相当迅速，已广泛应用于各个领域，成为一种进行无机元素分析的通用方法。它的原理是将由空心阴极灯或无极放电灯所产生的与元素波长特性有关的辐射通过火焰。当样品溶液雾化成细的悬浮细粒而喷在火焰上时，变成气态并分解成自由原子，形成原子蒸气。当元素灯发射的元素共振线通过原子蒸气

时, 同类元素的基态原子对共振线产生吸收, 其吸收值与该原子浓度成正比, 从而可测得其含量。

在分析某些含量非常低或小样品时, 可以用一个电热石墨管来代替火焰, 把样品注入到电热石墨管内。

这种仪器的特点是分析灵敏度高, 选择性强, 定量分析精度好, 操作简单, 分析范围广。近年随电子技术的发展, 该仪器较广泛用微处理机来进行设定和进行数据处理。如飞利浦公司的PU9000型多元素原子吸收(AA)分光光度计、日本岛津公司的AA-646型原子吸收光谱仪等都是用一台微型计算机进行控制, 整个分析过程完全自动化。

### (五) 接触燃烧法

这个方法被广泛作为防止可燃性气体爆炸的报警器。它的原理是在测定元件(用氧化物催化剂对构成白金线圈的白热丝进行表面处理制成的元件)上, 通过一定电流, 并加热到适当温度。当可燃气体与它接触, 就在催化剂表面燃烧起来, 产生燃烧热, 使白热丝的温度上升、电阻增大, 电桥失去平衡, 输出一个与空气中的可燃气体浓度成比例的电流, 在电流表指示出气体浓度(图2)。

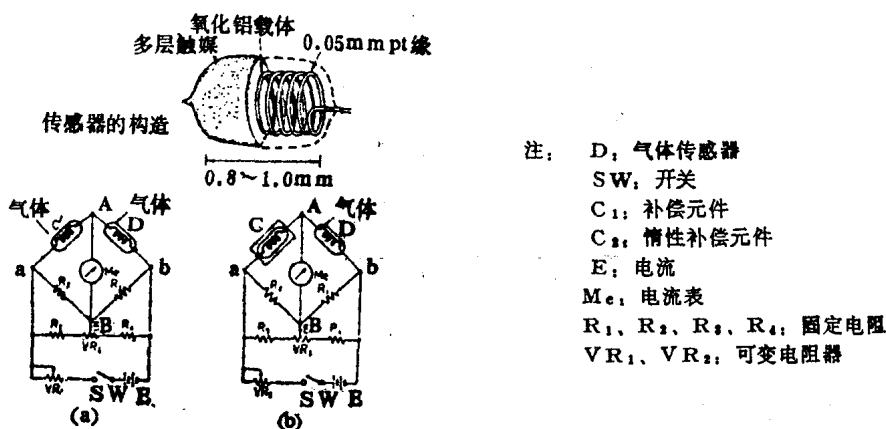


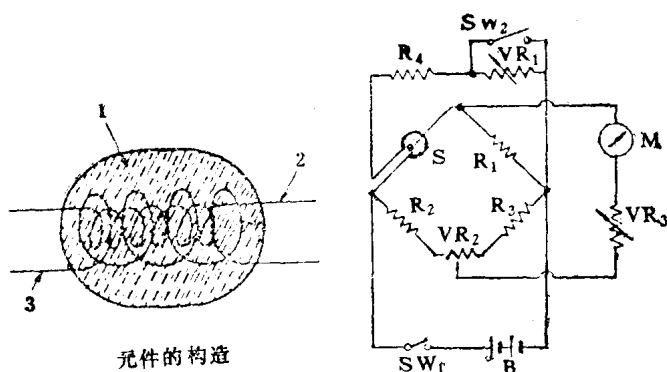
图2 接触燃烧法检测原理图

接触燃烧法具有长期稳定、检测精度高、再现性好、基本上不受环境和温度影响、耗电少、容易维护、价廉、便于普及等优点。但也存在对一切可燃性气体都敏感的缺点。这种方法主要用于检测可燃性气体, 如甲烷、城市煤气、汽油、氢气、乙炔等。

### (六) 气敏半导体法

气敏半导体法主要用于检测毒性气体和可燃性气体。它的原理是在金属氧化物烧结体(陶瓷)中埋入两个电极构成一个检测元件(检测元件以氧化铅为主要成份)。如果检测元件的温度保持一定, 氧气吸附量就一定, 检测元件的电阻值就一定。当氧气、容易氧化的气体流入检测元件时, 气体被吸附在检测元件表面上, 从而导致检测元件电阻值发生变化, 此值大小是随气体浓度大小而变化的。如果预先作出已知气体浓度的校正曲线, 就能够测出空气中的气体浓度(图3)。

这种检测方法具有灵敏度高、使用寿命长、维护容易、价廉, 可以测低浓度的气体。缺点是测量精度低、容易受环境温度的影响。这种方法可检测液化石油气、城市煤气、氢气、一氧化碳、硫化氢、氨气等气体。



注：1. 二氧化锡，2. 加热丝 3. 电极  
S：传感器 VR<sub>1</sub>~<sub>2</sub>可变电阻，B：电池 R<sub>1</sub>~<sub>3</sub>固定电阻  
SW<sub>1</sub>~<sub>2</sub>：开关，M：电流计

图 3 气敏半导体法检测原理图

### (七) 电化学法

#### 1. 隔膜伽伐尼电池法

这种方法主要用于测定氧气。它的优点是体积小、重量轻、可制成便携式仪表。缺点是传感器寿命短，温度补偿难以完善。

隔膜式伽伐尼电池法的原理是在电解液（KOH、KCl等水溶液）中，放入银或金作为阴极和铅作为阳极，构成一个伽伐尼电池。电解液是靠聚四氟乙烯之类的隔膜与大气隔开，空气中的氧可通过隔膜流向阴极，在两极间产生电流。电池输出的电流与氧气透过量即氧气浓度成比例，其电流经放大后能在指示器上读出氧气浓度（图4）。

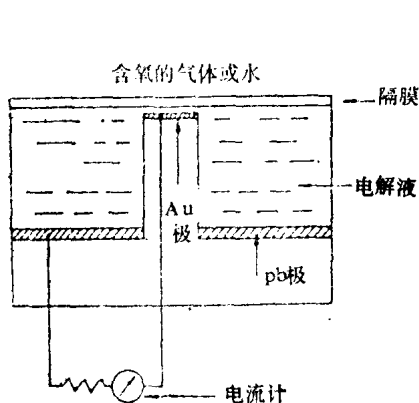


图 4 伽伐尼隔膜电池法检测原理图

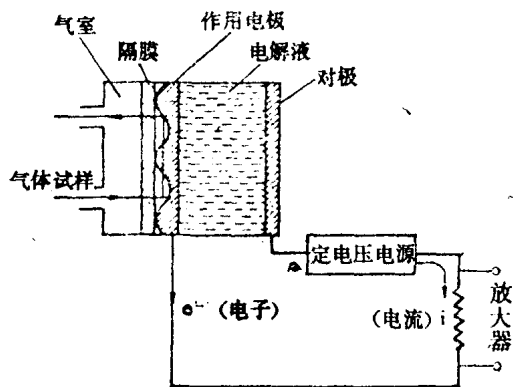
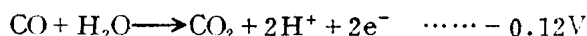
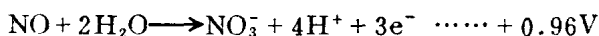
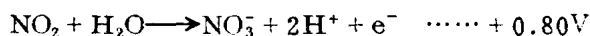
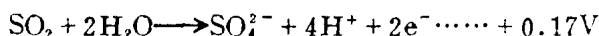


图 5 定电位电解法的检测原理图

#### 2. 定电位电解法（图5）

这种方法主要用于检测一氧化碳、硫化氢、氮氢化合物、砷化氢、磷化氢、硼化氢，最近才实用化。它的优点是体积小、重量轻，使用容易，比较便宜，选择性好。缺点是传感器寿命短，长期运转稳定性差。

定电位电解法的原理是在塑料制的容器里装上隔膜而构成作用电极（W、E）和对极（C、E），而后在容器里装满特殊电解液构成一个传感器。当接上电源，两极间就产生一个电压，被测气体通过气室进入电解液后，在作用电极和电解液的界面上产生以下的反应：



当电子游向对极时，在两极间形成电流。此电流与气体浓度关系可用下式表示：

$$i = nFADC/\delta$$

式中：i—电流

n—1 克分子气体产生的电子数

F—法拉第常数 (96500库仑)

A—气体扩散面积 $\text{cm}^2$

D—扩散系数 ( $\text{cm}^2/\text{sec}$ )

$\delta$ —隔膜厚度

C—气体浓度

### 3. 隔膜电极法

这种方法主要用于测定氨气、氰化氢等。它的原理是把测定 pH 值用的玻璃电极和银—氯化银参比电极浸在氯化铵溶液中，一起用隔膜包覆起来构成。当氨气与电极一接触，氨气就透过隔膜进入内部，从而使氯化铵溶液的 pH 值发生变化。根据测量电极和参比电极测到的溶液的 pH 值变化，就可检测氨气浓度 (图6)。

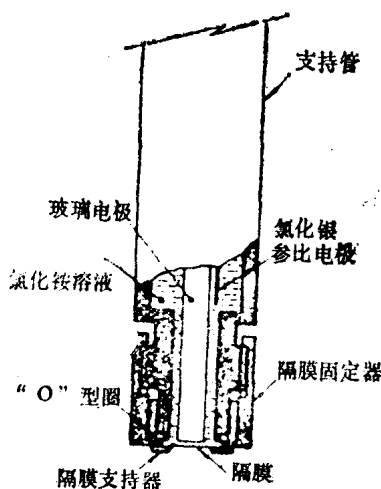


图 6 隔膜电极法的电极构造

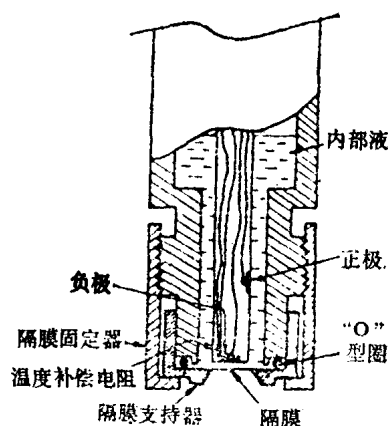


图 7 电量法电极的结构图

### 4. 电量法

这种方法主要用于检测像氯气之类的极低浓度的毒气。它的优点是反应速度快、选择性好、不受湿度影响等；它的缺点是更换电解液比较麻烦。

电量法是把带一定电压的正负两个电极浸在内部含有溴离子的溶液中，而后用隔膜包覆起来。当电极包与含氯气的气体接触，氯气透过隔膜进入内部，溴离子被氯气氧化成溴。

新形成的溴与负极接触被电解，在两极间形成电流。因为氯气浓度与形成的溴量间有一

定比例，而生成的溴量与电解电流值之间也有一定比例。因此根据电解电流就能检测氯气的浓度（图7）。

其它检测方法就不一一介绍了。

### 三、气体检测器的选择和维修

#### （一）选择气体检测器的条件

以前，化工厂等为了防止气体灾害，保证工厂安全，积极引进气体检测报警器。现在，由于工厂装置大型化和检测技术的发展，对气体检测报警器有了新的认识，制定了以连续检测为基础的高级综合安全系统，因此气体检测报警器不只限于“检测气体泄漏”，而是在综合防灾方面正在发挥极其重要的作用。

目前使用检测报警器的目的，主要是尽早地检测出气体泄漏的存在并发出报警。为了达到这一目的，其前提条件是必须进行长时间连续检测和监控，但是要连续监测大量存在的、可能要发生泄漏的部位或应预防的泄漏部位，实际上几乎是不可能的。因为气体泄漏量有多有少，而且，由于风向、风速及泄漏的环境条件也各有不同，所以其危险性也不相同。因此需要我们掌握固定式、手提式和袖珍式等各种气体检测报警器的功能、性能、应用范围及确定每种报警器在防灾方面的作用。

一般气体检测报警器应具备以下条件：①能长时间稳定、准确地工作；②响应时间快；③受温度、湿度等环境条件影响小；④不受被测气体以外的其它干扰气体的影响；⑤具有防爆性能；⑥功能、结构及性能应符合法令要求的标准；⑦便于维修和检查等。

化工厂的装置是连续运转的，而且泄漏的危险性也是经常存在的，所以必须做到即使万一发生泄漏也能够立即检测出来。另外，不要因受被测气体以外的气体和环境条件的影响而发生误动作，否则失去气体检测报警器的作用。

在危险场所使用或设置的检测元件，当有气体泄漏时自然是要暴露于危险环境之中，如果元件本身成为火源的话，那就失去了气体检测器的意义。为此，必须使用具有防爆结构的气体报警器。对于长时间连续使用的设备，要进行定期检查和维修，如不进行维修和检查，就有可能出现不能满足“计测仪器长时间稳定运转”这一条件的要求。

在选择机种时，除考虑上述条件外，还需要研究在工厂的综合防灾系统中，如何配置气体检测报警器这一问题，主要有下面两种情况：

（1）下列条件应配置固定式气体检测报警器：①补偿人工（如手提式气体检测器）监控的时间、场所及行动范围的不足，并需要进行连续监视的场所；②监视人工不能监视的场所；③需要与防灾设备进行连锁；④预测危险状态及危险区域；⑤需连续监测泵的机械密封等可能漏气的部位及预测恶化状况；⑥早期预测对防灾特别重要的点；⑦预报气体向其它工厂或地区的蔓延等。

（2）下列场合可用手提式气体检测器和报警器：①临时处理可燃性气体或毒性气体；②定期检查，检查罐内是否有残留气体的场合；③不能用固定式气体检测器和报警器检测法兰等处的微量泄漏；④在有毒性气体或可燃气体危险场所进行作业的场所等。

#### （二）气体检测报警器的维修和检查

##### 1. 固定式气体检测器的维修与检查

### (1) 日常检查

日常检查主要是通过目测等观察气体报警器的动作是否正常。其主要检查项目有:

- ① 指示灯等是否正常;
- ② 指示表的指针动作是否正常;
- ③ 报警是否正常;
- ④ 检测部分有无因雾气和灰尘造成的堵塞等现象。

在日常检查过程中,如发现异常,应立即进行修理和更换零件。

### (2) 定期检查

定期检查是根据预定的检查时间周期进行的一项综合性检查,此主要检查项目如下:

- ① 校验气体检测系统的电桥电压;
- ② 利用新鲜空气校正零点;
- ③ 利用标准气校验灵敏度、响应时间及报警动作;
- ④ 校验指针等的复位动作和刻度;
- ⑤ 检查取样系统、测定流量及检修泵体;
- ⑥ 检查配线、电路零件、接头等有无松动现象等。

定期检查的周期,因设置场所不同而有差异,一般多以3~6个月为一周期。

### (3) 检查时的注意事项

在进行日常或定期检查时,需要预先确定注意事项,在检查气体检测报警器时,因多数情况都与其它安全检测仪表联锁,所以特别注意不要因检查时切断电源或搞断电线而影响其它设施和检测仪表。其主要注意事项有:

- ① 要制定检查计划,编制有检查任务、检查时间、设备、检查项目、检查方法和如何处置的检查表;
- ② 准备检查所用工具、测定器具和维修用具等;
- ③ 确定实施检查出来的问题;
- ④ 对检查人员进行有关报警器的工作原理、使用方法及安全操作等方面的教育训练等。

## 2. 手提式气体检测器的维修与检查

### (1) 日常检查

手提式气体检测器在使用前要进行以下检查:

- ① 校验电池电压;
- ② 用新鲜空气调整零点;
- ③ 对空吸泵和喷雾器等进行吸气校验;
- ④ 检查取样管有无污垢和堵塞;
- ⑤ 检查过滤器的污垢情况等。

### (2) 定期检查

手提式气体检测器定期检查项目有:

- ① 检查电池盒有无电池液外漏和腐蚀;
- ② 用标准气校正其灵敏度、校验响应速度和指示精度;
- ③ 测定空吸泵的流量。